Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 69 (1943)
Heft: 3

Artikel: Projet d'accumulation hydraulique de Rossens-Hauterive sur la Sarine
Autor: Bruttin, J.-F.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-52505

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 17.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

On met ainsi en évidence une propagation d'onde à vitesse variable, sans diffusion.

L'équation (1) généralise l'équation des propagations d'ondes dans les conduites à caractéristiques linéairement variables[1]. C'est l'équation du cas le plus général sans diffusion.

Conclusions. Nous espérons avoir montré que la transformation de Laplace est une méthode rapide et sûre pour intégrer les équations différentielles et aux dérivées partielles linéaires, lorsqu'on cherche une intégrale particulière fixée par des *conditions initiales.* Les problèmes aux limites, ceux de régimes permanents, en particulier, se résolvent par d'autres méthodes. Nous pouvons vérifier ici la remarque que nous avons faite déjà : « La méthode à choisir pour venir à bout de l'intégration dépend dans une plus large mesure de la nature des conditions qui fixent les arbitraires que de la forme de l'équation elle-même [2] ». Il serait vain, par exemple, d'utiliser la transformation de Laplace pour calculer des régimes permanents ; mais il est remarquable qu'il existe, pour chaque type de conditions fixant les arbitraires, une méthode de transformation analogue à celle de Laplace.

Lausanne, le 15 janvier 1943.

Projet d'accumulation hydraulique de Rossens-Hauterive sur la Sarine

par J.-F. BRUTTIN, ingénieur aux « Entreprises électriques fribourgeoises ».

Dans le programme décennal de construction d'usines hydroélectriques établi par l'Association suisse des électriciens et l'Union des centrales suisses d'électricité, le projet de Rossens-Hauterive ne figure que dans un tableau annexe comme usine d'intérêt régional. Cependant l'importance de cette installation et le rôle qu'elle sera appelée à jouer dans l'économie électrique de la Suisse romande, lui confèrent un intérêt qui dépasse les limites du canton de Fribourg.

Aussi, pensons-nous qu'il n'est plus prématuré d'exposer dans cette revue le but de la construction du barrage de Rossens et les grandes lignes du projet dont la mise au point vient d'être décidée par le Conseil d'administration des Entreprises électriques fribourgeoises (EEF.).

Caractéristiques et but de la nouvelle installation (voir fig. 1).

Le nouvel aménagement de Rossens-Hauterive consiste dans la création d'un lac artificiel dans la basse Gruyère, destiné à régulariser le débit de la Sarine qui alimente l'usine d'Hauterive construite en 1902 au fil de l'eau et à en augmenter la chute. Par suite de l'accumulation, le débit maximum des turbines d'Hauterive passera de 25 à 75 m³/sec et la chute brute moyenne de 69 à 95 m. La production annuelle d'énergie qui est actuellement de 40 à 50 millions de kWh, répartie très irrégulièrement sur l'année, atteindra en moyenne environ 200 millions de kWh, dont 80 au minimum en hiver.

Ces quelques chiffres montrent clairement le premier but de la nouvelle installation qui est d'augmenter et de régulariser la fourniture de courant aux réseaux des EEF.

Or, pour cette importante distribution, les EEF. ne disposent que d'usines au fil de l'eau sur la Sarine et de l'usine de Broc sur la Jogne. Le bassin d'accumulation de cette dernière permet une certaine égalisation des pointes, mais est nettement insuffisant pour compenser les débits d'étiage pendant des périodes prolongées. Aussi la fourniture de courant est-elle irrégulière et actuellement insuffisante pendant de longues périodes de l'année au cours desquelles les EEF doivent avoir recours à des sources de courant extérieures.

Par la construction de Rossens, les EEF. seront à même de fournir pendant toute l'année le courant de base à leurs réseaux et de couvrir à tout instant des pointes momentanées de 50 à 70 000 kW, suivant le niveau du lac.

Si nous dépassons maintenant le cadre local, conformément à la tendance actuelle d'organiser la production d'énergie sur l'ensemble du pays, nous constatons que les caractéristiques et la position de Rossens complètent d'une façon particulièrement satisfaisante l'équipement électrique de la Suisse romande.

Avec l'usine basse chute du Verbois au fil de l'eau, et l'usine haute chute de la Dixence à accumulation essentiellement hivernale, l'usine de Rossens-Hauterive, à chute moyenne et accumulation annuelle, forme un ensemble harmonieux capable de répartir d'une façon à peu près régulière sur toute l'année un peu plus de 800 millions de kWh, soit un dixième de la production totale de la Suisse dans ces dernières années.

Signalons enfin que la situation de l'usine d'Hauterive au centre du pays et à proximité immédiate des grandes lignes d'interconnexion de l'EOS vers la Suisse romande et de Galmiz-Mühleberg vers la Suisse allemande, l'appellera sans doute à fonctionner comme usine de secours en cas d'accident ou d'avarie aux lignes et centrales situées excentriquement sur les frontières.

Données hydrographiques et production d'énergie.

Le régime de la Sarine, dont le bassin versant ne comprend qu'une très petite proportion de glaciers, est un des plus variables que l'on puisse constater en Suisse. La moyenne des débits journaliers varie à Fribourg, par exemple, de 5 m³/sec à 150 m³/sec, les crues momentanées atteignant 300 et 350 m³/sec chaque année et exceptionnellement 600 à 700 m³/sec.

[1] Voir H. Favre : « La résonance des conduites à caractéristiques linéairement variables », *Bulletin technique*, numéro du 7 mars 1942.

[2] Voir : « Les méthodes du calcul symbolique », par Ch. Blanc. *Bulletin technique* du 9 janvier 1943, p. 1 à 5.

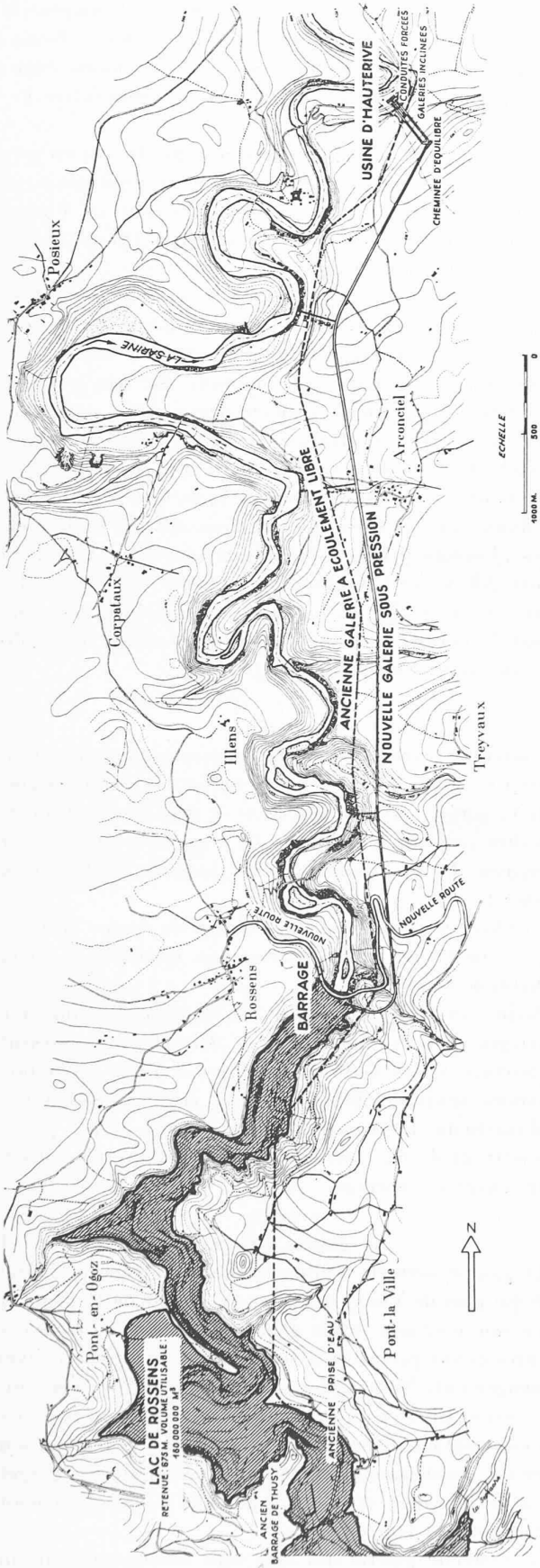

Fig. 1. — Aménagement hydro-électrique de Rossens. — Plan général de situation.

N° 7670 ACF. 3. 10. 1939.

La répartition des crues au cours de l'année est elle-même très variable ; on en constate du même ordre de grandeur dans toutes les saisons, en automne au moment des grandes pluies, en hiver par suite des coups du fœhn, au printemps au moment de la fonte des neiges et en été par les pluies d'orage. Si toutes ces crues sont inutilisables avec les usines actuelles au fil de l'eau, leur répartition sur l'ensemble de l'année est un élément favorable qui permet avec un volume d'accumulation relativement faible (15 à 20 % du débit total annuel) une amélioration radicale des conditions d'écoulement. Cette proportion peut être atteinte par le lac de Rossens dont le niveau maximum est pratiquement limité entre les cotes 675 et 676 m par le remous dans le canal de fuite de l'usine de Broc.

Le lac prévu s'étendra sur environ 11 km de long, sa surface à la cote 675 atteindra près de 9 km² et le volume accumulé sera de 180 millions de m³ dont 160 à 165 utilisables.

Ce volume suffit pour régulariser entièrement le débit de la Sarine dans les années très sèches qui sont caractérisées à Rossens par un débit total annuel inférieur à 800 millions de m³, correspondant en gros à une production d'énergie de 160 millions de kWh au départ de l'usine d'Hauterive. Dans les années pluvieuses, le débit total annuel peut atteindre environ le double de cette valeur, mais ce débit ne sera pas entièrement utilisable car la puissance installée limitera la production maximum d'énergie entre 230 et 240 millions de kWh, la moyenne annuelle devant se trouver entre 190 et 200 millions.

L'accumulation de Rossens améliorera en outre dans une proportion analogue le rendement de l'usine de l'Oelberg, située en aval, pour laquelle le lac de Pérolles jouera le rôle de bassin de compensation. Cette usine d'environ 20 mètres de chute est actuellement en cours de modernisation et d'agrandissement ; dans ce nouvel aménagement, on a déjà prévu l'utilisation complète du débit régularisé, moyennant un groupe supplémentaire à installer après la construction de Rossens (voir à ce sujet le *Bulletin technique* 1942, page 236).

Conditions géologiques.

Les principaux problèmes géologiques qui se posent sont tout d'abord l'étanchéité du bassin, puis l'alluvionnement du lac et enfin la nature et la qualité de la roche de fondation du barrage.

En ce qui concerne le premier problème, des expertises géologiques établies depuis 1918 jusqu'à l'année dernière, nous apprennent que toute la partie du bassin en aval du pont de Thusy, se trouve entièrement dans le terrain mollassique que les géologues appellent « Etage burdigalien de la mollasse marine miocène » ; cette roche forme une masse étanche de toute sécurité.

En amont de Thusy, la partie supérieure du bassin baignera des terrains quaternaires composés de moraines et d'alluvions. L'eau qui pénétrera dans ces terrains naturellement moins étanches que la mollasse, ne trou-

vera cependant aucun débouché vers l'aval, sauf peut-être un ancien lit de la Sarine sur la rive gauche. Ce lit quitterait la vallée actuelle entre le pont de Thusy et celui de Corbières pour la rejoindre dans les méandres de Corpataux, à 8 km en aval. La différence de niveau étant de 80 m environ entre la cote maximum du lac et la Sarine à Corpataux, la pente moyenne de la nappe souterraine serait de 1 %, ce qui correspond à une vitesse très faible qui favorise le colmatage. En tout état de cause, même si cet ancien lit de la Sarine devait se révéler particulièrement perméable sur toute sa longueur et s'il devait en résulter des pertes d'eau appréciables, ce ne serait pas une difficulté de l'étancher par un rideau d'injections à l'endroit le plus étroit.

Bien que les apports de matériaux de la Sarine ne puissent être que d'un très petit ordre de grandeur par rapport au volume total de l'accumulation, le problème de l'alluvionnement du lac a fait l'objet d'études très complètes, tant au moyen de prélèvements sur les eaux de la Sarine que par les déductions qu'on peut tirer du colmatage des lacs beaucoup plus petits, de Pérolles sur la Sarine et de Montsalvens sur la Jogne.

Les chiffres maxima que l'on trouve à ce sujet dans les rapports techniques sont de l'ordre de 100 000 m³ par an pour les matériaux roulés et 200 000 m³ pour les matériaux en suspension. Cependant, depuis que ces chiffres ont été calculés, on a construit et l'on continue à construire sur les affluents de la Sarine de nombreux barrages et corrections qui diminuent dans une mesure fort appréciable la capacité de charriage des torrents.

Les matériaux roulés formeront un delta à l'amont du lac, tandis que les matériaux en suspension auront tendance à se répartir dans le fond et à combler le volume mort inutilisable.

Tenant compte de ces différents facteurs, on peut admettre qu'à l'extinction des quatre-vingts ans de la concession le 5 à 6 % du volume utile du lac sera comblé, ceci dans l'hypothèse qu'aucun dragage n'aura été fait pendant cette période.

On voit par ces chiffres qu'à Rossens le problème de l'alluvionnement est bien moins important que dans beaucoup de lacs de montagne de moindre capacité.

Pour élucider le troisième problème de la nature et de la qualité de la roche de fondation du futur barrage, on avait déjà, lors des premières études, creusé une tranchée à travers tout le fond de la gorge qui a révélé que la hauteur des alluvions est très faible, au maximum 3 à 4 m. Sur les côtés de la vallée, la roche est presque partout apparente, de sorte que les déblais en terrains meubles seront insignifiants.

Pour contrôler les qualités de la mollasse sur une plus grande profondeur, une série de 9 sondages dans le fond et les flancs de la vallée ont été forés l'année dernière jusqu'à 30 et 40 m de profondeur ; dans chacun de ces sondages on a fait des essais de pression d'eau jusqu'à 10 atmosphères.

L'examen des carottes de 6 et 8 cm de diamètre, dont la longueur totale représente en moyenne le 92 % des profondeurs atteintes, a prouvé la grande homogénéité de la roche qui appartient entièrement à la même formation géologique ; la mollasse d'eau douce moins résistante que la mollasse marine n'a pas été rencontrée par les sondages.

Les principaux bancs de roche ont été divisés en grès moyens et grès fins, suivant la grossièreté du grain, et en schistes grèso-marneux là où l'on a constaté l'intercalation de lentilles marneuses très ténues. On n'a trouvé aucun véritable lit de marne.

A partir d'une dizaine de mètres de profondeur, l'étanchéité de la roche est entièrement satisfaisante, ce qui prouve que les altérations de surface dues aux agents atmosphériques, auxquels la mollasse est très sensible, ne s'étendent pas en profondeur. On en peut donc conclure qu'avec des pénétrations suffisantes des fondations, l'étanchéité de la zone du barrage n'offre pas d'aléa.

Enfin des essais de résistance de la roche à l'écrasement ont donné à l'état sec des taux dépassant 300 kg/cm² et, après plusieurs heures d'immersion, des taux dépassant encore 200 kg/cm². Comme les sollicitations des fondations sous le poids du barrage et la poussée des eaux seront de l'ordre de 20 kg/cm², il en résultera un coefficient de sécurité minimum de 10.

Le barrage.

L'ouvrage principal du nouvel aménagement Rossens-Hauterive est le barrage sur la Sarine. Il sera construit dans la gorge, à l'est de Rossens, à travers un profil de la vallée présentant la forme en auge avec une largeur d'environ 100 m à la base et un peu plus de 200 m au couronnement.

La plus grande hauteur du barrage au-dessus du thalweg est de 68 m, ce qui portera aux environs de 75 m sa hauteur totale.

Parmi les différents types de barrage qui ont été envisagés au cours des études, le dernier projet prévoit un barrage voûte de 140 m de rayon, dont le volume atteindra environ 220 000 m³. Des essais de résistance et d'élasticité de la roche, en laboratoire et sur place, permettront de fixer définitivement le type et l'emplacement exact du barrage.

La galerie d'amenée.

La galerie actuelle d'alimentation de l'usine d'Hauterive qui part de Thusy à 3,2 km en amont de Rossens et qui a une longueur totale d'environ 9,2 km, se trouve à un niveau qui permettrait son utilisation dans le nouvel aménagement. Mais cette galerie, construite pour un écoulement libre et un débit maximum de 25 m³/sec, n'a pas un profil circulaire, n'est pas revêtue, et, de plus, son tracé est constamment maintenu à proximité des gorges de la Sarine, de sorte que la hauteur de recouvrement de la roche est très faible.

La nouvelle galerie qui doit être construite pour un débit maximum d'environ 75 m³/sec, sera sous une pres-

sion de 50 à 60 m. Son profil devra donc nécessairement être circulaire, revêtu et de section sensiblement plus grande que l'ancienne.

Les calculs comparatifs des différentes solutions possibles, ont prouvé les avantages techniques et économiques de la construction d'une galerie entièrement nouvelle dont le tracé déplacé vers l'intérieur de la montagne permettra d'obtenir la hauteur de recouvrement nécessaire et de raccourcir la longueur totale à 5,9 km. Cette solution aura en outre l'avantage de pouvoir maintenir l'usine actuelle en service jusqu'à la mise en marche des nouveaux groupes alimentés par la nouvelle galerie.

Le diamètre économique de la galerie d'amenée devra encore être calculé de plus près ; il sera fixé entre 4,60 et 5 m.

La prise d'eau à Rossens, comme *la cheminée d'équilibre* au-dessus de l'usine, seront naturellement des ouvrages entièrement nouveaux.

Les conduites forcées.

Les conduites forcées actuelles seront supprimées et remplacées par deux galeries inclinées, percées dans la falaise derrière l'usine et se prolongeant, après les chambres de vannes de sécurité, par des conduites forcées nouvelles très courtes qui alimenteront directement les groupes de la centrale.

L'usine.

L'équipement définitif de l'usine comprendra en premier lieu deux groupes de 10 000 CV et un groupe de 20 000 CV, déjà installés ces dernières années en vue de Rossens et pour lesquels seules les roues des turbines devront être changées. De plus, deux nouveaux groupes de 20 000 CV seront aménagés dans la partie de l'usine qui abrite encore les vieilles machines de 1902, ce qui portera l'équipement total à 80 000 CV.

Le canal de fuite actuel sera conservé pour les groupes existants, mais comme il ne pourrait suffire pour le débit futur, un nouveau canal sera percé à travers la butte séparant l'usine de la Sarine.

La disposition des ouvrages depuis la cheminée d'équilibre jusqu'à la restitution à la Sarine, comme le programme de construction, sont étudiés en vue d'utiliser dans toute la mesure du possible les ouvrages existants et d'éviter l'interruption totale de l'exploitation.

Signalons enfin que les lignes hautes tension existantes suffiront pour les installations futures et que le poste actuel de transformation pourra être utilisé en l'agrandissant au fur et à mesure des besoins.

Proportionnellement à l'augmentation de la production d'énergie les nouveaux équipements mécaniques et électriques seront donc dans l'ensemble peu importants.

SOCIÉTÉ SUISSE DES INGÉNIEURS ET DES ARCHITECTES

Extrait des procès-verbaux des 5e et 6e séances du Comité central des 23 octobre et 18 décembre 1942.

1. *Etat nominatif.*

Admissions.

Par *voie de circulation du 16 septembre au 31 octobre 1942* ont été admis :

		Domicile	Section
Buss, Hans	ing. méc.	Schaffhouse	Schaffhouse
Keller, Rich.	ing. méc.	Flurlingen	Schaffhouse
Matejka, E.-A., Dr	ing. méc.	Schaffhouse	Schaffhouse
Zollikofer, J.-W., dir.	géomètre	Diessenhofen	Schaffhouse
Deck, Walter, Dr	physicien	Neuhausen	Schaffhouse
Ganahl, Josef	ing. civil	Zurich	Zurich
Schiesser, Hch.	ing. civil	Baden	Zurich

Dans la *séance du Comité central du 23 octobre 1942* ont été admis :

Rufer-Eckmann, Claire	architecte	Berne	Berne
Copponex, Henri, prof.	ing. civil	Genève	Genève
Jeltsch, Max	architecte	Soleure	Soleure
Anselmi, Carl	ing. méc.	Soleure	Soleure
Burri, Fridolin	ing. civil	Lucerne	Waldstätte
Spiess, Gust.	ing. électr.	Lucerne	Waldstätte
Meier, Ernst	ing. méc.	Winterthour	Winterthour
Forrer, Werner	architecte	Zurich	Zurich
Hauser, Moritz	architecte	Zurich	Zurich
Kaufmann, Max, dir. Dr	ing. électr.	Zoug	Zurich
Altherr, Fedor	architecte	Zurzach	Membre isolé
Häusler, W.-F.	ing. civil	Durban	Membre isolé

Dans la *séance du Comité central du 18 décembre 1942* ont été admis :

Huggler, Hans	architecte	Brienz	Berne
Mützenberg, Alfred	architecte	Spiez	Berne
Bürgi, Heinz	ing. civil	Berne	Berne
Kaestli, Hans	ing. civil	Kandergrund	Berne
Schmid, Arnold	ing. civil	Thoune	Berne
Dubois, Ernest	ing. méc.	Chaux-de-Fonds	Chaux-de-Fonds
Stevenin, Albert	ing. civil	Carouge	Genève
Weber, Henry-Félix	ing. méc.	Genève	Genève
Landry, Max	ing. civil	Neuchâtel	Neuchâtel
Hartmann, Jakob	ing. civil	Saint-Gall	Saint-Gall
Keller, Viktor	ing. méc.	Schaffhouse	Schaffhouse
Würth, Walter	ing. civil	Schaffhouse	Schaffhouse
Dumartheray, Paul	architecte	Lausanne	Vaudoise
Dumas, Louis	architecte	Clarens	Vaudoise
Moreillon, Henri, dir.	ing. civil	Vevey	Vaudoise
Roud, Maurice	ing. civil	Lausanne	Vaudoise
Barbey, Camille	ing. méc.	Valeyres	Vaudoise
Eidenbenz, Eberhard	architecte	Winterthour	Winterthour
Oederlin, Friedr., Drh.c.	ing. méc.	Winterthour	Winterthour
Belart, Hans	ing. méc.	Zurich	Zurich
Ramser, Ernst, prof.	ing. rural	Zurich	Zurich

Démissions :

Frey, Wilhelm	ing. méc.	Berne	Berne
Thut, Paul, a. dir.	ing. méc.	Berne	Berne
Lorenz, Peter	ing. civil	Filisur	Grisons
Ehrensperger, Otto	architecte	Olten	Soleure
Grünhut, Rob., a. prof.	ing. civil	Zurich	Zurich
Escher, Fritz	ing. méc.	Unterengstringen	Zurich
Tschudi, Jacques	ing. méc.	Zurich	Zurich

Décès :

Jacob, Max	ing. civil	Berne	Berne
Steiner, Fritz	ing. civil	Berne	Berne
Gaudy, Hans	ing. méc.	Berne	Berne
Issler, Gaudenz	architecte	Davos-Platz	Grisons
Seiler, Ernst	architecte	Coire	Grisons
Giger, Oskar	ing. rural	Saint-Gall	Saint-Gall
Crausaz, Jules	ing. civil	Lausanne	Vaudoise
Bossardt, Fritz	ing. méc.	Lucerne	Waldstätte
Frei, Emil	ing. civil	Rapperswil	Zurich
Bosshard, Eugen	ing. civil	Zurich	Zurich
Luzzi, Guillaume	ing. civil	Delémont	Membre isolé
Egli, Hch	ing. électr.	Steckborn	Membre isolé
Ryncki, Victor	ing. électr.	Vevey	Membre isolé
Wirz, Emil, Dr	ing. électr.	Bienne	Membre isolé